

УДК 666.3;691.33

**КЕРАМИЧЕСКИЕ ОБЛИЦОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ  
ОТРАБОТАННОЙ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Еромасов Р.Г., Житова Е.С., Кузнецова Т.А.**

**Научный руководитель – профессор, Никифорова Э.М**  
*Сибирский федеральный университет*

Керамическая промышленность является отраслью, для которой вопросы ресурсосбережения и использования вторичных ресурсов особенно актуально. Основным традиционным сырьем для производства строительной керамики являются высококачественные огнеупорные и тугоплавкие природные глины. Ограниченные запасы и возможности добычи, большие объемы потребления этих глин в технологии изготовления керамики предопределяют их возрастающую дефицитность. Резервные возможности использования отходов в производстве керамических плиток весьма значительны.

Доля затрат на сырье в себестоимости готовой продукции в настоящее время составляют 25-50%. Замена дорогостоящего минерального сырья на отходы промышленных предприятий, стоимость которых в 3-5 раз меньше природных, приводит к существенному снижению себестоимости продукции.

Перспективным отходом промышленности являются горелые формовочные земли, являющиеся отходами литейного производства крупных машиностроительных заводов Сибирского региона.

В процессе исследований выявлено, что область изменения соотношения  $\text{SiO}_2/\Sigma$  плавней находится в пределах 3-4 и менее.

Химический состав исходных компонентов керамических масс представлен в таблице 1.

Химические составы шихт, обеспечивающие оптимальное соотношение  $\text{SiO}_2/\Sigma$  плавней, представлены в таблице 2.

Табл. 1. Химический состав исходных компонентов

Наименование материала	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}+\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$	$\text{FeO}$
Горелая земля	79,17	4,86	6,97	4,56	2,47	0,16	4,17
Стеклобой	71,45	2,34	0,18	10,26	29,28	0,19	
Глина компановская	66,8	18,03	3,53	2,45	1,55	0,03	

Табл. 2. Вещественный и химический состав шихты

Вещественный состав шихты	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO+MgO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	FeO
Шихта с соотношением SiO <sub>2</sub> /Σплавней 3,77(45% горелой земли, 25% стеклобоя, 30% глины компановской)	72,206	8,506	4,250	5,056	8,027	0,122	1,833
Шихта с соотношением SiO <sub>2</sub> /Σплавней 3,61 (55% горелой земли, 25% стеклобоя, 20% глины компановской)	72,710	7,029	4,549	5,236	8,101	0,134	0,241
Шихта с соотношением SiO <sub>2</sub> /Σплавней 3,47 (65% горелой земли, 25% стеклобоя, 10% глины компановской)	73,215	5,552	4,848	5,417	8,174	0,147	2,648

Для оптимизации фракционного состава горелой земли реализован симплекс-решетчатый план третьего порядка для трехкомпонентной смеси. С учетом рекомендации по достижению наиболее плотной упаковки спрессованных керамических масс исследованы фракции:

- фр. 500 – 315 мкм ( $x_1$ );
- фр. 80 – 56 мкм ( $x_2$ );
- фр. менее 56 мкм ( $x_3$ ).

Размер фракции глины и песка поддерживались на фиксированном уровне и соответствовал размеру частиц менее 56 мкм. При этом также на фиксированном уровне поддерживался химический состав шихты, обеспечивающий соотношение SiO<sub>2</sub>/Σ плавней 3,61. Давление прессования экспериментальных масс соответствовало 40 МПа. Время изотермической выдержки образцов составляло 1 час.

Результаты экспериментов по оптимизации фракционного состава керамической шихты представлены в таблице 3, а также в соответствующих уравнениях регрессии.

Табл. 3. План и результаты оптимизации фракционного состава горелой формовочной земли

Номер опыта	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	От-клик	950 °С		1000 °С	
					плотность, г/см <sup>3</sup>	водопоглощение, %	плотность, г/см <sup>3</sup>	водопоглощение, %
1	1	0	0	Y <sub>1</sub>	1,965	7,274	1,973	4,417
2	0	1	0	Y <sub>2</sub>	1,787	9,187	1,788	7,225
3	0	0	1	Y <sub>3</sub>	1,759	9,774	1,759	7,745
4	2/3	1/3	0	Y <sub>112</sub>	1,944	6,684	1,965	3,579
5	1/3	2/3	0	Y <sub>122</sub>	1,867	8,835	1,863	6,677
6	0	2/3	1/3	Y <sub>223</sub>	1,769	11,405	1,791	9,309
7	0	1/3	2/3	Y <sub>233</sub>	1,740	10,887	1,797	9,272
8	2/3	0	1/3	Y <sub>113</sub>	1,897	8,157	1,966	5,472
9	1/3	0	2/3	Y <sub>133</sub>	1,811	11,401	1,877	8,060
10	1/3	1/3	1/3	Y <sub>123</sub>	1,825	10,176	1,878	7,372

Уравнение регрессии показывающее зависимость кажущейся плотности образцов от соотношения фракций горелой формовочной земли при температуре обжига 100°С:

$$Y=1,9737X_1+1,7887X_2+1,7594X_3+0,1498X_1X_2+0,2468X_1X_3+0,0916X_2X_3+0,2687X_1X_2(X_1-X_2)+0,1211X_1X_3(X_1-X_3)-0,1097X_2X_3(X_2-X_3)-0,4544X_1X_2X_3$$

Уравнение регрессии, показывающее зависимость водопоглощения образцов от соотношения фракций горелой формовочной земли при температуре обжига 1000°С:

$$Y=4,4179X_1+7,2257X_2+7,7454X_3-3,1221X_1X_2+3,0813X_1X_3+8,1233X_2X_3-14,5961X_1X_2(X_1-X_2)-9,9818X_1X_3(X_1-X_3)+1,4094X_2X_3(X_2-X_3)+0,3040X_1X_2X_3$$

На рисунке 1 представлены проекции линии равной кажущейся плотности и водопоглощения образцов при температуре обжига и 1000°C.

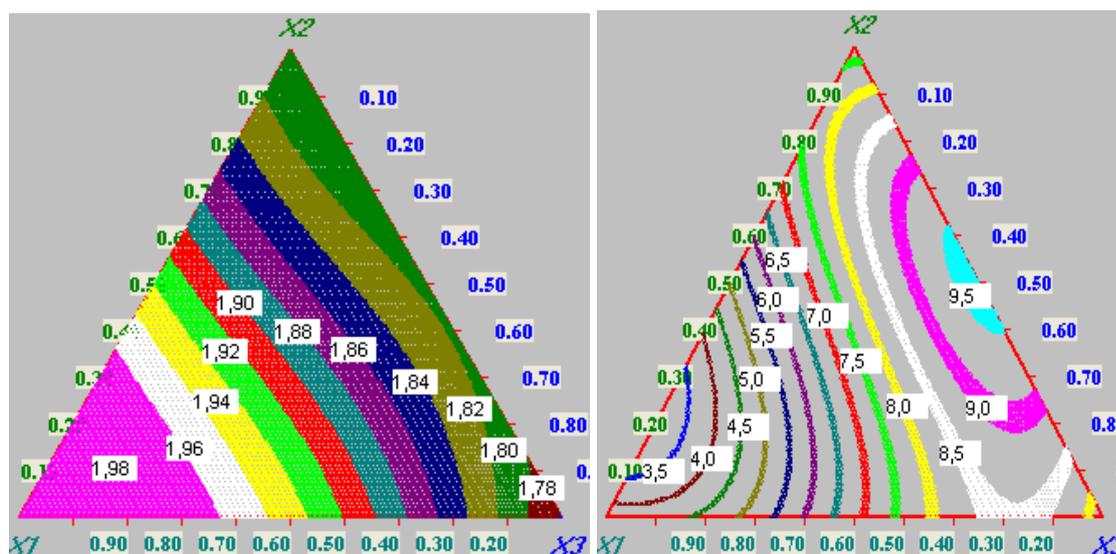


Рисунок 1 – Проекция линии равной кажущейся плотности и водопоглощения образцов на трехкомпонентный симплекс при температуре обжига 1000°C

Граничным пределом кажущейся плотности спеченной керамики выбрано ее значение, соответствующее  $1,90\text{г/см}^3$  и более. Приведенные экспериментальные данные свидетельствуют, что достижение заданных показателей плотности возможно при использовании монофракции  $x_1$ , а также сочетание фр.  $x_1$  и  $x_2$  в соотношении 50:50.

Минимальное водопоглощение  $y=3,5\%$  соответствует гранулометрическому составу горелой формовочной земли 70-90% фр.  $-0,5-315$  и 30-10 фр.  $-0,008+0,56$ . Максимальный коэффициент при факторе  $x_1$  в уравнении регрессии указывает на положительную превалирующую его роль в повышении плотности спеченной керамики, что соответствует теории максимально плотной упаковки.